第19卷 第2期　　昆　虫　学　报　　Vol. 19, No. 2
1976年5月　　ACTA ENTOMOLOGICA SINICA　　May, 1976

谈农业害虫的综合防治

马 世 骏
（中国科学院北京动物研究所）

植物保护是农业生产的一个重要部分。国际上一般估计，粮食产量每年因病虫害约损失10—15%，棉花约损失20—25%。如何对付危害粮棉的害虫？第二次世界大战结束后的二十多年中，主要依靠DDT等有机杀虫剂，但自四十年代后期在农产品中发现DDT残留后，开始引起人们对有机杀虫剂副作用的注意，其后随着害虫抗药性出现，害虫天敌减少，以及某些国家和地区污染环境和损害生物资源等情况逐渐严重，到六十年代中期，采用什么策略保护农作物免受虫害问题，已普遍引起各国关切，促使许多国家的昆虫工作者和植物保护工作者探索防治害虫的新方法、新途径。于此同时，也相继提出了综合防治(Integrated control)、害虫控制系统(Pest management system)和生物技术防治(Biotechnical control)等设想与设计。当前国际上比较广泛采用的则是综合防治，但从联合国粮农组织(FAO)主持的几次讨论会和26届国际植物保护会议等一些有关资料中，可以看出它的概念仍在发展(USESCO FAO, 1973; INTECOL, 1974)。

“综合防治”一词，我国在五十年代中期已开始应用，二十年来特别是无产阶级文化大革命以来，随着农业生产形势的蓬勃发展，在内容上增加了许多新措施，创造了大面积实践经验，在总结经验的基础上，也发展了综合防治的概念。

近两年，作者曾到我国一些先进地区参观学习害虫综合防治经验，本文是作者学习的体会，由于了解不全面，并限于哲学水平，错误之处，希读者指正。

一、综合防治的科学依据

（一）劳动人民的经验概括

我国劳动人民在长期同农业病虫害斗争中，积累了丰富的防治害虫经验，也逐渐形成了一定的传统观念，即重视预防，采用多途径方法，消灭害虫的危害。例如农业技术防治和用矿物质药剂治虫都开始于纪元前三百年左右，以虫治虫的方法已有一千六百多年的历史，注意选择抗虫品种在第六世纪就有了比较详细的说明。“先事修备、既事修救”的防重于治思想，早就见于我国有关农事活动的记载中(见徐光启《农政全书》)。这表明我国的治虫方法在一、二千年前，乃至从古代起就是多途径的。“地势有良薄，山泽有异宜，顺天时，量地利，则用力少而成功多”(见后魏贾世勰《齐民要术》，528—549年)的因地制宜的概念，约在一千五百年前已成为应用于包括植物保护工作在内的农业生产的指导思想。只是这种进步思想受儒家倒退思想的阻碍，在解放前的几个世纪中未得到继续发展。解放后，在“**以农业为基础、工业为主导**”的发展国民经济的总方针指引下，在《实践论》和《矛盾论》的启发下，广大劳动人民和植物保护科技人员随着农业生产活动日趋开阔，进一步加深了对“预防为主”的认识，早期曾提出“把害虫消灭在大田之外”。通过无产阶级文

化大革命和批林批孔运动，群众破除了许多束缚农业生产的陈规旧律，在“**农业学大寨**”的号召下，在大面积改造自然的过程中，创造了许多消灭虫害的有效方法，总结以往经验，克服了单纯依靠化学农药的思想。通过大规模治水、改土、造田，消灭了飞蝗的适生场所（山东济宁地区农业局，1974），在合理使用化学农药的同时，大搞微生物治虫，寄生蜂、瓢虫治虫，黑光灯诱虫，结合改革耕作制度和提高农田管理技术，大面积控制了害虫蔓延为害，进一步发展了综合防治。所以我国的综合防治是解放后劳动人民在毛主席辩证唯物主义思想指导下，在农业生产实践中，总结了同害虫斗争的经验，创造和发展起来的，是多年的经验概括。

（二）辩证唯物主义的认识论

自然界是由多种多样的生物和非生物的成分组成的，农田是自然界的一部分。恩格斯在《自然辩证法》中指出：“**我们所面对着的整个自然界形成一个体系，即各种物体相互联系的总体，……这些物体是互相联系的，这就是说，它们是相互作用着的，并且正是这种相互作用构成了运动。**”又说：“**动物的正常生存，是由它们当时所居住和所适应的环境造成的；……**”，“**动物通过它们的活动也改变外部自然界，……由动物改变了的环境，又反过来作用于原先改变环境的动物，使它们起变化。**”[1)]综合防治正是体现了作物与害虫、害虫与天敌，以及二者同耕作制度与农业环境相互制约和相互依赖的整体概念。

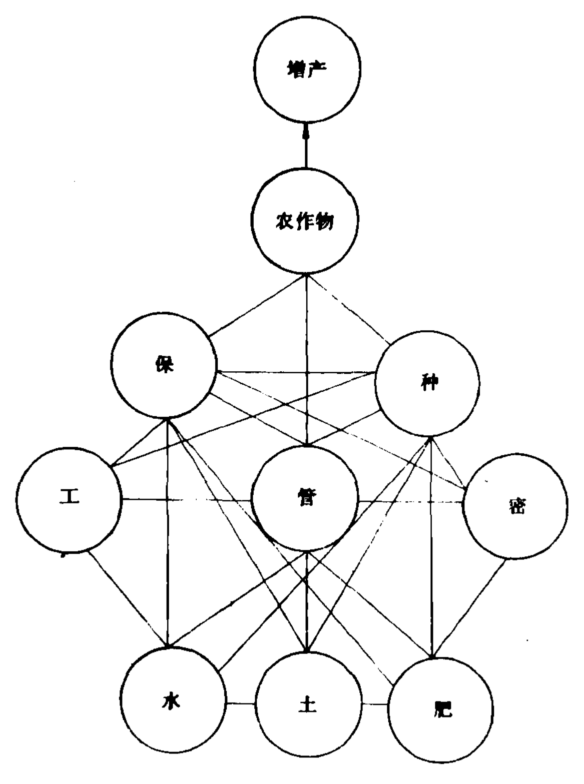


图 1 “保”在农业“**八字宪法**”中与其他措施的关系（示意图）

1956年毛主席高度概括了群众的农业增产经验，制定了农业“**八字宪法**”，提出“**土、肥、水、种、密、保、管、工**”八项措施，它们有机地构成农业生产的整体，“保”是其中的一环。农业“**八字宪法**”既说明了农业生产的整体性，又揭示了此八项措施相互为用和相互联结的关系（图 1）。就害虫的发生和防治而言，土、肥、水、种，密是构成害虫生活环境的五项因素，其中土、肥、水是基础，种是主体，它们对害虫与益虫的影响，因时间、地区及气候条件变化而异，同样受对立统一规律的支配，改变其中一至二个因素，就可能导致害虫的生活环境变化，对某几种昆虫不利，对另一类昆虫有益，人类即可利用这种关系，培植益虫，抑制害虫。所以“管”是中心，通过管可以充分发挥人的主观能动性，有目的地安排措施，实现灭虫增产。大面积管的措施常需通过

1）恩格斯《自然辩证法》，人民出版社 1971 年 8 月版，第 54，174，156页。

“工”方能更好地实现，工所包含的若干内容，又可以直接或间接地提高和发挥防治害虫的作用。农业“**八字宪法**”告诉我们，防治害虫要从农业生产的整体出发，以农业措施为基础，因地、因时、因当时的情况，包括作物生长状态、害虫发生程度、天敌密度及其他客观条件，采取措施，其中有主有从，发挥各措施之间相互为用的作用，做到行动及时和措施适度。

（三）生态系统学的原则

“马克思主义者看问题，不但要看到部分，而且要看到全体”。**“要真正地认识对象，就必须把握和研究它的一切方面、一切联系和‘媒介’**。”这是认识一切事物和自然现象的方法论。生态学是研究生物与环境之间相互关系的一门学科，生态系统被认为是近代生态学的研究中心，生态系统的基本观点，简单说，就是“全体”的以及“把握和研究”生物与环境“一切联系和媒介”的观点。

生物不论是植物和动物，个体和群体，都占据一定空间。这个充满多种物质的空间，即我们通常所说的生境，生物与它所居住的生境之间，存在着互为质能媒介和物质交换的关系，使它们成为一个密切联结的整体。植物是生态系统主要组成部分，它利用物理-化学环境供给的物质与能量，通过光合作用生成叶、枝、花、果、根，后者是若干种害虫赖以为生的食料，同时也存在着许多吃害虫的益虫和捕食或寄生益虫的天敌。此种一环扣一环的食物关系，即通常说的食物链索，是生态系统的一个基本结构（图 2)。在自然情况下，老熟的花、叶、果、根和昆虫的排泄物及尸体回到土壤中，经过微生物分解或矿化，成为植物可吸收的元素或简单的化合物，再供植物利用。此种循环过程，构成了生态系统的基本功能——物质代谢循环。一定的生物群体结构和相应的物质代谢循环，共同形成了生态系统的动态平衡。由于生态系统中包含若干属于不同性质的成分，它们既相排斥又相适

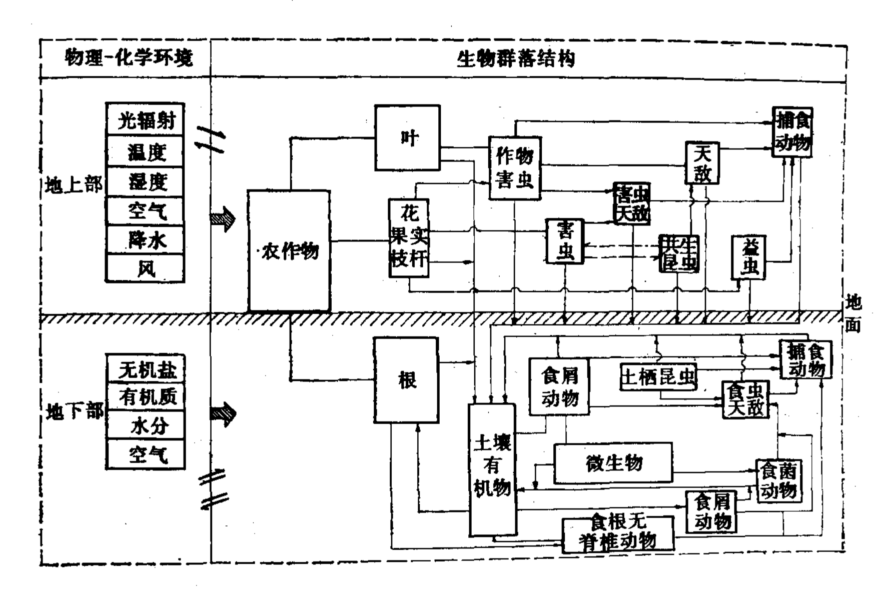


图 2　农作物生态系统结构及物质循环关系(示意图)

—→ 物质循环方法；　⇌ 释放到大气中的能量及理化因素对地上部其他生物的影响；

⇨ 对农作物物质能量的供给； 无机环境和生物环境间的相互作用

应,在外来因素的作用或参与下,造成生态系统的动态。

农业生态系统是人工控制下的生态系统，结构是以作物群体为中心形成的。一定种类的作物群体结构,要求一定的水、肥、光、热条件满足它的生长、发育、繁殖需要，这些条件以及当地的地方气候共同构成害虫发生环境，通过作物一害虫一益虫天敌等食物链索关系,把它们直接和间接地联结起来,当这些生物与生物之间，生物与生境之间的联系进一步发展,即成为相互制约和依赖的不可分割的整体。如果改变其组成成分,则这些关系将发生变化。例如广谱性化学杀虫剂的广泛施用,耕作制改变，作物布局和品种选择等,凡能够引起生物群落结构和农业环境的物理化学成分发生显著变化的，都将相应地产生一系列变化(马世骏，1962)。所以棉田(区)有棉田的生态系统结构，稻田(区)有稻田的生态系统结构，玉米、大豆间作田也有它的特殊结构。人类利用自然系统的这些自然规律,加速物质与能量的运转效率,使农作物稳产高产;根据牧区的生物地理条件,调整季节草场,合理安排各类草场载畜量,发展牧业；植物保护工作,也利用这种规律,采取各种有效措施,促使农业环境发生定向变化,影响益害虫区系,以抑制害虫,繁殖有益生物。

(四）害虫虫口变动规律

一种作物田内可能有多种害虫,但在既定条件下,通常只有二、三种具有经济重要性。要不要对害虫进行防治,决定于害虫种群数量多少。

每种害虫都有它的生理生态特性,当这些特性所需要的环境条件得到满足,即出现高繁殖速率,如果天敌又少,则害虫数量迅速增加,造成猖獗。在无人力控制的自然情况下,当害虫密度增加到一定程度后,有效空间减少,食物质量相对下降，天敌在害虫数量增多时亦随之增多,出现对害虫不利的环境,迫使它的繁殖率下降，死亡率增高。在害虫密度下降后,天敌数量也跟着减少。经过一段时间后，寄主植物得到恢复,有效空间亦相对增加,害虫又恢复了正常繁殖情况,如遇气候适宜，害虫可再度大量发生。这就是通常对害虫自然发生规律的简单解释(图3)。

对于农作物害虫,通常在害虫密度增高时,进行化学防治，即可大幅度使害虫密度下降,但由于有利于害虫发生的其他条件未变,因此,在一定残虫基数的基础上,下代或来年密度又行回升。这就是为什么单纯依靠化学农药要年年防治，年年在不同程度上又可发生的简单原因。

物理防治方法有多种多样,利用害虫的趋性进行诱杀,如黑光灯诱蛾，是近年广泛使用的一种。此种方法如安排适时,能大量减少许多种成虫期害虫数量。但大量发生时,残余成虫的繁殖量仍可能对下一代造成危害,所以必须与其他措施结合。

在害虫发生时,适时地释放适量天敌,可以有效地抑制害虫为害。我们知道生物天敌有效作用的大小,取决于天敌自身的密度和活动性能,一般还要求一定的物候期及环境条件。天敌数量(或微生物的有效成分含量)是一个重要因素，大量繁殖动物天敌需要一定的过程,并由于在自然情况下,动物天敌数量常尾随寄主数量增减而变化，所以大量储备天敌的技术,也是一个必须解决的问题。因此,利用天敌应考虑给天敌创造有利生存的条件,并为了使一定数量的天敌发挥更有效的作用,往往要采取先驱措施为天敌开路。

广义的农业技术防治包括改变环境和调整物候关系等多种内容，就所起作用的性质而言,主要是属于预防性的。在害虫大发生时,单独依靠此类措施，一般不能及时而迅速

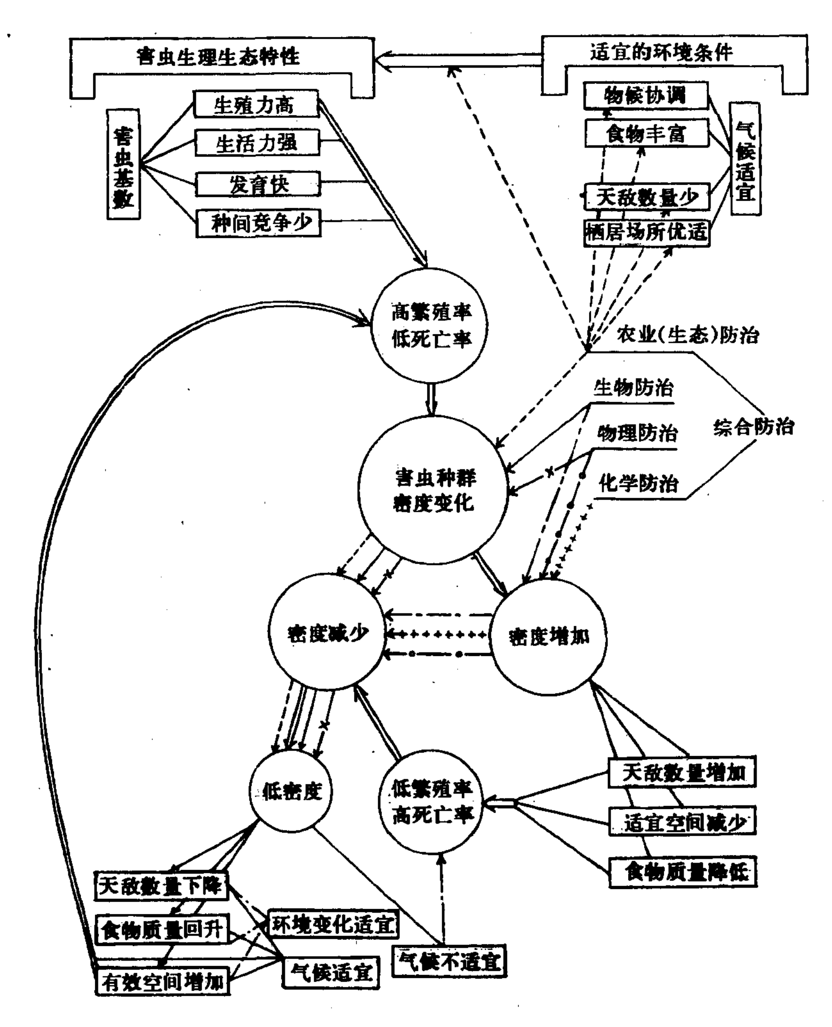


图 3　害虫综合防治的生态学基础(示意图)

⟶示直接作用的关系；⟹ 害虫自然变化规律；⇢ 在密度增加后单项措施的作用

地制止害虫蔓延为害。但有些农业技术措施，如改变害虫发生环境和生活条件，可以比较彻底地改变某些害虫的发生形势或消灭其危害。再如抗虫育种工作结合其他措施，亦能在较长一段时期内稳定地起到控制某种虫害的作用。此外，许多地区的经验亦证明，有些农业措施大面积实施后，有的害虫被抑制，另种害虫则有所抬头，发生害虫种类的更替现象(马世骏，1962)。

影响害虫大发生的因素是多方面的，现行的防治措施既然都有各自的优点和局限性；因此，控制害虫就须有针对性地采取防与治相结合的手段，根据虫情及环境条件，从整体出发，有选择地运用和系统地安排这些手段。

二、综合防治的措施及其相关原则

(一) 选择措施的标准

解放后，我国农业战线上的劳动人民与广大的植保科技人员在同农业害虫斗争中，从

1964 年特别是无产阶级文化大革命以来，不断总结经验，改进和创造了许多有效的防治措施，归纳这些广泛采用的措施，可以从中找出它们被广泛采用的原因，概括来说，就是切合“安全、有效、经济、简便”的原则。“安全”指的是对人、畜和包括其他有益生物在内的农业环境不受损害或污染。“有效”是指大量杀伤害虫或显著地压低害虫虫口密度，起到保护农作物不受侵害或少受侵害的作用。“经济”是一个相对的指标，为了增加社员收入和公共积累，要求少花钱，多生产，尽可能降低消耗性的生产投资。“简便”是对繁琐而言，只有简便易行，才能为群众采用，较快地在大面积推广。这四个指标共同体现了群众观点，它们又是相互关联的，不能只要求一个而不考虑其他，但具体到某一项措施，也不能同时并重地要求必须全部符合，应有所侧重。安全是前提，有效是关键，经济与简便是在实践中不断改进而达到的目标。

（二）我国广泛采用的几项措施

概括我国各地当前群众采用的防治害虫方法，根据它们的作用和特点，大致分为以下几类：

1. 改变害虫发生的环境条件：此类措施是以害虫生境学及物候学为基础的，包括：(1)消灭害虫发生地，例如消灭飞蝗发生基地及适生区；实行旱改水和麦稻轮作，控制金针虫、蝼蛄等地下害虫。(2)切断食物供应，例如长江流域改变早、中、晚稻混栽为双季连作，南部稻区实行高温季节沤田，切断三化螟的食物桥梁；云南多季棉改为粮棉三熟和分季棉，抑制棉金刚钻为害。(3)摧毁害虫越冬场所，例如北方地区推行秸秆还田、灭茬、沤肥，消除越冬期玉米螟，粟灰螟；集中收花冷藏，压低红铃虫越冬虫口。(4)改变作物与害虫物候关系，例如华中地区调整水稻播种期，避开一、三代三化螟、蓟马，稻纵卷叶螟为害盛期；华北地区调整春、夏玉米播种期，结合增加冬作面积，缩小春玉米及春谷种植面积，减少玉米螟及粟灰螟为害。(5)选育抗虫品种，鸡爪棉不利于棉大卷叶虫为害，早就为长江流域棉农所熟知；五十年代推广的碧蚂一号等小麦，由于颖壳紧对抑制小麦吸浆虫为害起了积极作用；大豆的铁荚品种(系)在东北部分地区对大豆食心虫的为害表现出一定的抗御性能；华北部分地区种植早熟棉，结合肥水管理，可以避开主要为害世代的棉铃虫。内蒙地区过去推广西蒙 215 等小麦，对抗麦秆蝇曾起了显著作用。

2. 利用天敌控制害虫发生：这是近几年我国发展比较迅速的一项措施，包括以虫治虫和以菌治虫。利用澳洲瓢虫防治柑桔介壳虫、日光蜂防治苹果绵蚜，五十年代在四川、江苏和山东半岛已行之有效。近年又大面积推广赤眼卵蜂防治稻纵卷叶螟、甘蔗螟、玉米螟、稻苞虫、松毛虫和棉铃虫，七星瓢虫防治棉蚜，异色瓢虫防治高粱蚜等，都取得了大面积显著成果，并在施放方式、时间、数量方面累积了大量经验。在以菌治虫中，广泛应用的菌种有苏云金杆菌、杀螟杆菌、青虫菌和白僵菌等，防治对象已扩展到玉米螟、稻纵卷叶螟、稻飞虱，大豆食心虫、松毛虫和一些蔬菜害虫等。施用方式除大面积使用机械喷撒粉剂、液剂外，为了减少对益虫伤害和增高害虫的感病效能，还制成了颗粒剂和创造了若干菌剂与杀虫剂合用的配方以及交替使用的方法。给天敌创造有利环境，是提高天敌作用的基本措施之一，从生态系统的结构分析中，可以看出增加它的复杂程度，有利于天敌群落的保持，近年若干地区结合间作、套种也正在进行这方面的经验总结。

3. 利用害虫习性进行诱杀：灯光诱杀水稻螟蛾、糖酒醋毒液诱杀粘虫蛾和堆草诱杀小

地老虎幼虫，在群众中早就广泛应用。近十多年来，在应用面积和防治对象方面都有了大幅度发展，在应用技术及原理方面也都有了提高。例如，黑光灯已广泛用于诱杀多种水稻螟蛾、粘虫、棉铃虫、玉米螟、蝼蛄、金龟子、松毛虫等几十种重要害虫，为了便于在不同类型环境中都可使用，近年还生产了晶体管黑光灯。对于每盏黑光灯的有效半径，大面积应用效果，作用机理，以及在不同季节诱集益、害虫的比例等方面都累积了不少经验。

利用寄主植物诱杀害虫，近年结合耕作制度改革，在稻区创造了早春诱集秧田，诱集第一代三化螟产卵；北方棉区种植玉米诱集带诱集第二代棉铃虫产卵；棉田点播芝麻诱集地老虎；杂粮区种植围墙谷，诱集早期玉米螟及粟灰螟。通过此类措施已收到大幅度缩小化学防治面积的效果。

树枝诱蛾是五十年代群众创造的一种侦查虫情的简便方法，到六十年代已广泛用于防治棉铃虫和粘虫等成虫，并成为有效手段。谷草把引诱粘虫蛾产卵，开始时仅用于发生期测报，近年有些地区在形式上加以改良后，也做为防治粘虫的一项措施。我国使用性引诱剂开始于 1972 年，目前已为许多地区的社队科学实验小组试用，在虫情测报和结合灯光诱杀中都已初步显现出它的优越性。

4. 合理使用化学杀虫剂：使用化学杀虫剂是当前能在短时间内，大量杀伤害虫的一种重要手段，针对化学杀虫剂产生的不良后果，目前除推广使用高效低毒或残效期短的新品种外，还着重从两个方面改进杀虫剂的使用。即合理使用农药和改进施药技术。合理使用农药包括两个方式，一是把杀虫剂作为一个辅助的或最后使用的手段，通过其他防治措施控制前后期的害虫，杀虫剂只用于虫口密度最高的中期（高峰期），即群众通常说的“用在刀刃上”。另一个方式，则把杀虫剂用于害虫的越冬后期（例如早春防治果树害虫）；或用于害虫发生之前，通过拌种、浸种在一定时间内防止害虫为害（如 3911 拌种防治棉蚜等）；用于诱杀田内，把害虫消灭在扩散或转移之前（例如早春诱集田施药防治水稻螟虫、叶蝉、苜蓿田防治盲蝽等）。当前改进施药技术的重点是推广超低量施药机械，其中包括飞机在内的多种动力机械。此外，有些地区还采取了新、老品种的化学农药交叉使用，以防止害虫发生抗药性，以及化学农药与就地生产的植物性土农药结合使用。通过这些措施既有效地控制了虫害，也降低了农药使用量及农药投资，如湖北省新洲县统计，通过合理使用农药，1974 年农药用量较 1973 年下降 11%，百斤皮棉的农药投资比 1973 年下降 36%。

（三）各措施之间的承辅关系

事物都是一分为二的，上述的农业技术措施、灯光诱杀、习性利用和生物防治方法所具有的专一性、地区性和季节性，另一方面就是它们的局限性。广谱性化学杀虫剂能够同时杀伤多种害虫，受环境条件的限制亦相对地较少，但它的突出缺点则是使用后的副作用。我们知道构成农业环境的成分是多样的，影响害虫大发生的因素是多方面的。同一种作物上又往往不仅一种害虫为害，先发生的害虫有时直接或间接地影响次生害虫，所以在防治前种害虫时，要考虑对后种害虫的影响。此种情况随着耕作制度的多样化，进一步增加了复杂性。这就要求我们作农作物害虫防治设计时，必须根据以作物为中心的增产需要，全面考虑，本着安全、有效、经济、简便的原则，选用必要的防治措施。实践证明，要达到这个目标，则需发挥各个措施的优点，避免其缺点，充分利用措施之间的相辅相承作用（表 1）。

从表 1 三类害虫的事例，可以看出：

表 1 我国一些地区防治三种作物害虫采取的措施(项目)

防治对象	稻虫		棉虫		玉米害虫
	①三化螟、叶蝉、稻纵卷叶螟	②叶蝉、蓟马、三化螟	①棉蚜、盲蝽、棉铃虫	②棉蚜、棉铃虫	玉米螟
防治措施	1. 放寄生蜂防治早播秧田三化螟卵，用白僵菌防治早播秧田叶蝉	绿肥翻耕后灌水摧毁越冬三化螟等	麦、棉套作利用自然迁移瓢虫控制苗期棉蚜	内吸农药拌种控制早期棉蚜，放养瓢虫控制后期棉蚜，保护后期天敌	处理玉米秸秆消灭越冬玉米螟： 沤肥还田 微生物封垛
	2. 用黑光灯引诱三化螟蛾集中产卵，放寄生蜂	品种合理布局： a. 设早晚造诱集田 b. 消灭混栽 c. 配合品种适时播种	重点化防挑治苗期盲蝽	黑光灯诱蛾压低棉铃虫密度	压低早春虫口密度： 黑光灯诱蛾 玉米诱集田诱卵
	3. 用杀螟杆菌防治稻纵卷叶螟	放寄生蜂	种植玉米诱集带诱棉田第一代棉铃虫卵	棉铃虫卵期放寄生蜂	调整春夏玉米播种期，错开玉米螟盛期茬口
	4. 诱集田及重点田块进行化防	红花留种用诱集田进行化防	棉铃虫发生盛期重点化防控制初孵幼虫	分世代分期放寄生蜂	利用天敌： 放养寄生蜂控制螟卵 施用农药-微生物混合颗粒剂防治幼虫
	5. 结合(4)保护天敌控制一般大田	保护天敌控制一般大田	重点田块进行熏蒸控制伏蚜	利用自然天敌控制伏蚜，个别田块熏蒸	施用农药颗粒剂防治二代夏玉米幼虫 施用微生物剂防治春套玉米穗期螟虫
	6. —	—	结合田间管理扫除残余棉铃虫	(同左)	利用自然天敌控制末代螟卵

(1) 指导思想是以农业防治为基础，尽量发挥有益生物及天敌的作用，结合使用黑光灯、诱集田和诱集寄主作物等手段，力求少用或不用化学农药。

(2) 前后措施是呼应的，早期不用化学农药，或在必要施用时，改变施药方式和选择残效短的品种，以保护后期天敌。在调整作物播种期、避免害虫发生盛期的同时，则设立诱集田或黑光灯诱集害虫集中，以便用少量农药消灭小面积内密度集中的害虫种群。

(3) 措施安排表现出一定的顺序性，一方面说明这是前后措施呼应的必然结果，同时也由于这些措施是根据作物不同生育阶段的害虫发生期而安排的。

(4) 所要采取的措施，固然因防治对象而异，或有所侧重，对于同一对象也将随地区情况而变，例如防治玉米螟的处理秸秆，在不需要保留秸秆的地区，实行破碎、沤肥，秸秆还田；需要保存部分秸秆作为来春牲畜饲料的地区，则采用微生物封垛的办法。

因此，使我们进一步理解综合防治不应该是几种措施的简单相加，不是以多为胜；也不只是为了对几种措施的协调，而是发挥它们前后呼应的相辅相承作用。未来的改进方向是简而精，而不是繁杂。

三、怎样开展综合防治

(一) 加强党的领导，坚持群众路线，实行科研、示范、生产相结合

二十多年来，植保工作的成就，特别是无产阶级文化大革命后，农业病虫害综合防治

的迅速发展，充分证明了加强党对植保工作全面领导的重要性。我国近几年来在各级党委的重视下，建立了省、地、县、社、队植保科研机构和技术推广组织，由县、公社、大队和生产队四级组织所构成的科学实验网和虫情测报网，在害虫预测预报和综合防治的实验、示范、推广方面都发挥了巨大作用。有的县为了开展综合防治实验和天敌利用工作，还设立了由党委领导的综合防治实验领导小组和四级生物防治组织，保证了综合防治实验和天敌利用工作顺利开展。植保是农业生产的一个重要内容，与土、肥、水、种等生产措施密切相关，反映一定的地区性，所以植保措施应该和其他生产措施结合考虑，在党委的统一领导下，纳入到整个地方农业生产体系中。

实行专业研究与群众性科学实验相结合，试验示范与大田生产相结合，领导干部、贫下中农与科技人员相结合，是近年在毛主席革命路线指引下形成的大搞科学实验运动的体系。通过这个完整的体系，生产及时地为科研提供了大量课题，科研结果直接和迅速地应用于示范，获得了广泛的验证，因而丰富了科研内容，加速了科研进度，也缩短了科研—示范—生产的过程。同时通过这个体系也培养了大批科技队伍，有力地推动了科学种田向深度和广度发展的步伐。

（二）以整个农业环境为对象进一步掌握益、害虫规律

我国对于重要农业害虫的生活习性和发生规律，过去已进行了大量研究工作，许多研究结果早就应用于虫情测报和防治，现在仍沿用的一些单项措施，就是以此类研究结果为依据。但由于过去一段时期偏重化学防治，对有益生物利用和系统控制措施不够重视。加之，近年随着耕作制度变化，灌溉面积迅速扩大，以及大面积农业环境改造，害虫动态出现了一些新情况，这就要求我们须从全面考虑，进一步做好以下工作：

1. 进一步深入掌握益、害虫的特性和动态，注意益虫与害虫趋性、活动行为和环境条件改变过程中益虫、害虫的数量动态。

2. 熟悉作物特性及当地农田环境，包括作物的基本形态特征及生理生态特性、群体特性和需要的水、肥、光、热条件，群众增产经验和田间管理技术，注意从中找出结合防治害虫的措施及抗虫育种的线索。

3. 因地制宜确定害虫防治指标，制定指标时应考虑：(1)一定害虫密度所造成的损害，(2)作物生产价值特别是挽回损失的生产价值与投资的比例，(3)必须采取的措施对今后影响的评价，包括对当前益虫和整个农业环境的影响，(4)对下一代或下一阶段害虫再发生的估计，结合这四点，确定最适防治指标。

一定害虫密度所造成的损失，除直接涉及害虫数量问题外，还决定于害虫为害习性、为害季节和聚集、扩散行为。此外，由于地方气候直接影响害虫种群的增长速率，所以同一虫口基数的增长系数是因地而异的。

（三）摸清当地益、害虫家底，提高科学预见性

一个地区在一定的耕作制度和土壤气候等条件共同作用下，形成当地的昆虫区系，包括益虫及害虫。摸清益、害虫区系，以便在环境发生变化时，有可能预测出现的新害虫情况，以及可利用的天敌种类。一个农业生态系统内存在的害虫，就其发生型而言（数量与频率），大致可分为四类：(1)常发生型，即该种作物当前的主要害虫，一种作物田内通常只有一、二种害虫常年发生为害；(2)偶发生型，一般年份虫口密度很低，环境发生较大变

化时，数量突增；(3)潜在型，即通常所说的次生性害虫，在环境相对稳定的情况下，数量稀少，不足造成损害，环境条件改变后，由次生上升为主要害虫；(4)迁入型，不是本生态系统内的常栖种类，临时由外地或邻近生态系统内迁入为害。要区别此四类害虫，并了解其发生条件及来源。

(四)弄清各单项防治措施的作用，设计综合防治方案

结合当地耕作制度和农业环境改变，所出现的害虫新情况，深入对某些单项措施进行试验分析，弄清它们的作用机理及应用的优缺点，给予合理安排，不断丰富综合防治的内容。

设计害虫综合防治方案的程序，概括各地经验，大致可归纳如图4。

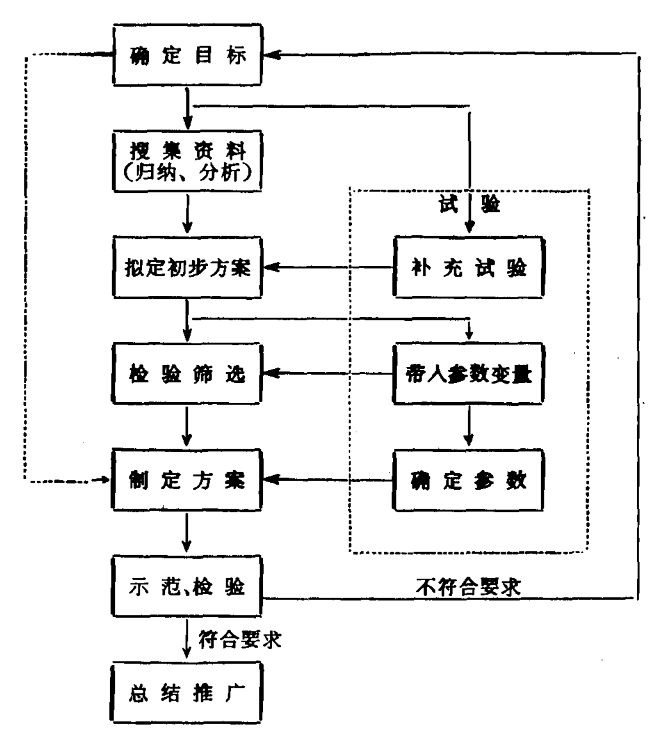


图4 设计害虫综合防治方案的程序

确定目标包括防治对象和设想要达到的指标，例如把虫口密度或受害率控制在何种程度。资料是初步拟订防治方案的依据，如害虫虫情、天敌数据、防治措施的作用，以及有关的试验、研究结果等，对这些资料进行归纳、分析。在分析资料和初拟方案时，如发现资料不足或考虑到新的情况，则进行补充调查或试验。初步拟订的防治方案，应包括主要措施、辅助措施、时间序列、作用估计(数据)，以及需要的人力物力。初步方案拟订后，分析各措施在整体中的作用，明确各措施和有关变量之间的关系，必要时并把估计或推导可能出现的新因素(变量)带入初步方案中，进行检验。经过筛选，确定必要的措施及因素(参数)。最后制定方案，进行大田示范。一定面积的示范不仅是大面积推广的桥梁，也是实际检验方案的过程。通过大田示范如发现问题，根据情况再进行部分的或全过程检查，找出存在问题的环节，例如确定的目标是否合适、搜集的资料是否正确，选用的措施是否必

要等(此程序系一般性的,在目标单一，资料不复杂和影响因素较少的情况下，则可以简化)。

四、对综合防治的展望

农业害虫的综合防治目前尚处在初级发展阶段,表现在：(1)近年不少地区成功地创造了大面积防治样板,需要深入总结,对其中某些措施的组合尚待系统化，若干单项措施的近期和远期作用,以及相邻措施之间的相承相辅关系,也要根据种群生态学的原则进行分析,从中找出最适的防治水平。(2)农业生态系统的原理被认为是综合防治的重要依据之一,现阶段对于农业生态系统的研究,无论在广度和深度上都还跟不上实际需要，因而把农业生态系统理论或研究结果具体应用的事例不多,这是当前期待进一步开展的工作。

从农业生态系统的整体概念出发,害虫综合防治是以整个农田为对象,运用人工的和自然的条件,消灭虫害,保护农业生产。由于各地农业环境不同，为害作物的主要害虫种类有多有少,以及耕作制度和田间管理技术等特点,各地对综合防治的要求及其所选择的主要内容是不一致的。就当前我国的进展情况来看,大体上有三个类型：

1. 以一种作物的一种主要害虫为对象,根据虫情和防治措施的性能,选用一种措施为主,结合其他辅助手段,控制或消灭虫害。

2. 以一种作物整个生育期的所有重要害虫为对象,包括害虫的转移寄主作物在内。根据当地农业特点,作物各发育阶段及其益、害虫虫情，系统地、并有侧重地安排防治措施,初步构成了一个因地制宜的防治系统。

3. 以整个农田(区)为对象,包括前后作和间种套作各生育阶段的全部重要病虫害,运用农业**“八字宪法”**中其他七个方面与害虫及有益生物天敌的辩证关系，把若干包括化防在内的必要措施,纳入到当地整个农业生产体系中,根据当时的虫情、病情、作物生理状态和环境特点,有所侧重地运用这些措施,控制害虫和植病为害。随着农业生产范围和管理体制的扩大,这种类型的防治对象,将达到以一个农业自然区为单位。

以上三个类型，在一定程度上也代表综合防治的三个发展阶段。第一个类型基本上是以害虫为对象,第二类型是以作物为对象,当前所占比例最大，第三类型是以一定生物地理范围的农田为对象,目前所占比例较小,不少地区的综合防治工作介于二、三类型之间,随着农业生产的迅速发展,第三类型将逐渐增大。

“详其所自生,与其所自灭，可得歼绝之法矣。”(见《农政全书》)是几个世纪前我国劳动人民多年来同害虫斗争的一项经验总结。许多有效的防治措施都是沿着这个原则寻找出来的。“以作物为中心,以增产为目标”,则是近十几年群众在农业**“八字宪法”**启发下，形成的植物保护准则,它体现了农业生产的整体思想;也指出了植保工作的最终目的。根据害虫的“生、灭”规律和围绕作物的整体思想,群众创造了许多防治措施，如调整作物与害虫的物候期,培育抗虫良种和改造害虫发生环境等。显然,不断改进与变化是今后我国农业生产发展的必然趋势，植物保护措施也必然随着大农业的发展和以调整耕作制度为中心的农业环境的变化而改变,因此,植保工作也要立足于“改”字，方能适应迅速发展的农业,可以设想,以农业昆虫生态学为基础的农业技术防治措施,大有发展潜力,它将成为今后害虫综合防治的一项重要内容。

参 考 资 料

山东省济宁地区农业局、中国科学院北京动物研究所昆虫生态室 1974 改治结合根除微山湖蝗害。昆虫学报 17(3): 247—57。

广西贵县生物防治站、广西农业科学院植物保护研究室 1974 以蜂菌为主的综合防治水稻害虫试验。昆虫学报 17(2): 129—34。

马世骏 1962 农作物害虫动态分析及控制途径的商榷。植物保护学报 1 (4):337—50。

INTECOL 1974 Proceedings of the first international congresses of ecology.

UNESCO FAO 1973 Report of the fourth session of the FAO panel of experts on integrated pest control. FAO. Rome, Italy, 35 pp.

ON THE INTEGRATED CONTROL OF AGRICULTURAL INSECT PESTS

MA SHIH-CHUN

(Peking Institute of Zoology, Academia Sinica)

In China the term "integrated control" was first used in the middle of the fifties. The past two decades have witnessed a rapid development of agriculture in our country and the contents of integrated control of agricultural insect pests have been greatly enriched. The practices in large scales from time to time have accumulated a lot of valuable experiences which in turn contribute to the development of the concept of integrated control. In the present paper some theoretical and practical aspects of integrated control in China are discussed.

1. On the scientific base of integrated control

In the Chinese tradition insect pest control is characterized by the emphasis on prevention and the use of multi-faceted system to attain a single goal. According to **"The Eight-Point Charter"** for agriculture it is organized into the scheme of agricultural activities under a unified principle and should be carried out in accordance with the suitability of the local conditions. Based on the analysis of energy flow and matter transformation in the agro-ecosystem appropriate agricultural practices are taken to promote the changes in the environment which are bound to suppress the multiplication of injurious insects but not the beneficial ones. Since the population densities of pest insects are influenced by the physical and biotic factors of the environment pest control must be carried out with selective programs to attain the aim of prevention or elimination.

2. The programs used in integrated control

The choice of appropriate programs in integrated control is guided by the following four factors: Safety to man and other non-target organisms, effectiveness, economical consideration and convenience. In China some of the commonly used procedures in integrated control may be grouped as follows:

A. Changing the suitable habitats of the pests

(1) Elimination of the breeding bases, e. g. the Oriental migratory locust.

(2) Breaking the food chain, e. g. the paddy borers, diamond boll worms.

(3) Destruction of the hibernating sites, e. g. the European corn borer, millet stem borer.

(4) Changing phenological relation, e. g. the paddy borers, rice thrips, the European corn borer.

(5) Using resistant crop varieties, e. g. the wheat blossom midge, cotton leaf roller, European corn borer.

B. Using natural enemies, such as insect predators and parasitoids, pathogenic microbes, etc.

C. Elimination by attraction with physical or chemical factors.

D. Rational application of insecticides.

These procedures may be used in combination and arranged in appropriate sequence, and the cultural measures are usually considered as a cornerstone or basic operation in most of local control systems.

3. How to carry out integrated control

Under the Party's leadership integrated pest control should be carried out by adhering to the mass line and combining scientific research, demonstration and production in an integrated fashion. Scientific researches should be done on the fauna, bionomics and population characteristics of the important injurious and beneficial insects in the local agro-ecosystem, particularly connected with the improvement of tillage system, so as to gain a fore-sight in the change of life systems of the relevant pest insects. In practice the consequence of each program should be investigated and a good scheme of integrated control will thus be designed.